

(51)

Int. Cl.: H 05 b, 33/16

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



(52)

Deutsche Kl.: 21 f, 89/03

(10)

(11)

(21)

(22)

(43)

Offenlegungsschrift 2 361 531

Aktenzeichen: P 23 61 531.8

Anmeldetag: 11. Dezember 1973

Offenlegungstag: 20. Juni 1974

Ausstellungspriorität: —

(30)

Unionspriorität

(32)

Datum:

13. Dezember 1972

(33)

Land:

Frankreich

(91)

Aktenzeichen:

7244359

(51)

Bezeichnung:

Polychromie elektrolumineszierende Anordnung

(61)

Zusatz zu:

(62)

Ausscheidung aus:

(71)

Anmelder:

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven (Niederlande)

Vertreter gem. § 16 PatG.

David, G.M., Pat.-Assessor, 2000 Hamburg

(72)

Als Erfinder benannt:

Lebailly, Jacques, Caen, Calvados (Frankreich)

DT 2361531

FPRN.6813.

va/EVE.

4.12.73.

GUNTHER M. DAVID

Anmelder: F. H. L. W. S. H. G. S. H. F. A. B. R. I. K. E. N.

Wohn: P. H. L. - G. G. 15

Anmeldung vom: 10. Dez. 1973

2361531

BEST AVAILABLE COPY

Polychrome elektrolumineszierende Anordnung

Die Erfindung bezieht sich auf eine elektrolumineszierende Anordnung, die durch mehrere miteinander verbundene elementare Lichtquellen gebildet wird, die gleichzeitig erregt werden und Lichtstrahlen verschiedener Wellenlängen emittieren.

Elektrolumineszierende Anordnungen, wie Halbleiterdioden emittieren Licht einer bestimmten Wellenlänge, wenn ein elektrischer Strom darin injiziert wird. Um eine Wiedergabe in einer Reihenfolge verschiedener Farben zu erhalten, wurde versucht, elektrolumineszierende Anordnungen für verschiedene Farben als Funktion eines Parameters herzustellen, dessen Änderungen gesteuert werden können.

Wenn mehrere elektrolumineszierende Quellen verschiedener

409825/0855

FPHN.6813.

4.12.73.

2361531

- 2 -

Farbe nebeneinander angeordnet und selektiv gespeist werden, ist es erforderlich, für jede Quelle eine Schaltung oder Speisung vorzusehen, wodurch die Anordnung verwickelter wird und mehr Raum in Anspruch nimmt; im Falle von Mosaiken von Lichtpunkten vom XY-Matrixtyp ist z.B. die Vergrößerung der Anzahl Speiseleiter ein wesentlicher Nachteil.

Es wurden polychrome Einheiten mit mehreren einzelnen Quellen vorgeschlagen, deren Farbe von einer gemeinsamen Speisung aus gesteuert wird. Ein Beispiel ist in der USA-Patentschrift 3 499 158 beschrieben, nach der mehrere Dioden in demselben Raum gleichzeitig und parallel gespeist werden, wobei jede dieser Dioden mit einem Widerstand spezifischen Wertes in Reihe liegt, der die Spannung über der betreffenden Diode als Funktion der gemeinsamen Speisespannung bestimmt. Diese Widerstände führen jedoch einen nicht zu vernachlässigenden Energieverlust herbei, der vor allem bei bewegbaren Geräten unerwünscht ist. Diese Widerstände erfordern auch zusätzlichen Raum, was im Falle von Mosaiken gemäss XY-Richtungen angeordneter polychromer Lichtpunkte besonders störend ist. Weiter ist in der beschriebenen Anordnung eine Speisequelle erforderlich, deren Spannung genau definiert werden muss, während die Verteilung des Stromes über die verschiedenen Dioden ungenau bleibt, wodurch die gegenseitigen Lichtleistungen schlecht definiert werden.

Die vorliegende Erfindung bezweckt u.a., diesen Nachteilen entgegenzukommen und eine elektrolumineszierende

409825/0855

BEST AVAILABLE COPY

- 3 -

4.12.73.

2361531

BEST AVAILABLE COPY

Anordnung zu schaffen, die nacheinander verschiedene Farben wiedergeben kann, deren verschiedene Lichtquellen über den Kanal eines gemeinsamen Leiters gespeist werden, wobei die Speisequelle dieser Lichtquellen es ermöglicht, auf zweckmässige Weise die Lichtleistung jeder Quelle zu regeln.

Nach der Erfindung werden die Unterschiede der Kennlinien der bekannten monochromen elektrolumineszierenden Quellen berücksichtigt, bei denen die Kurven des emittierten Lichtstroms als Funktion des Erregungspegels nicht alle miteinander identisch sind.

Es ist bekannt, dass die Empfindlichkeit des Auges nicht für all die verschiedenen Wellenlängen des sichtbaren Spektrums dieselbe ist. Die Empfindlichkeitskurve des Auges soll beim Vergleich von Lichtquellen verschiedener Farbe berücksichtigt werden. Der Lichtstrom F einer elektrolumineszierenden Quelle ist also gleich dem Produkt der abgestrahlten Leistung P und eines Faktors V , der die relative Empfindlichkeit des Auges bei der ausgesandten Wellenlänge ausdrückt, und eines Faktors K , der das Äquivalent in Lichtstrom pro Leistungseinheit darstellt und annähernd gleich 680 Lumen/W ist. Nachstehend wird der Lichtstrom F betrachtet. Weiter sei bemerkt, dass die Kurven für die nachstehend zu erwähnenden in Gruppen angeordneten Lichtquellen als in demselben Massstab und mit denselben Einheiten aufgetragen zu betrachten sind, um auf akzeptable Weise miteinander verglichen werden zu können, wenn die Diagramme mit diesen Kurven übereinander angeordnet werden.

409825/0855

EPHN.6813.

4.12.73.

2361531

- 4 -

Nach der Erfindung ist eine elektrolumineszierende Anordnung, die durch mehrere miteinander verbundene elementare elektrolumineszierende Quellen gebildet wird, die gleichzeitig erregt werden und von denen mindestens zwei Lichtstrahlen verschiedener Wellenlängen emittieren, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquellen der Anordnung in Reihe angeordnet sind, und dass der Lichtstrom, der von einer ersten Quelle der Anordnung emittiert wird, die eine Strahlung einer ersten Farbe emittiert, grösser als der einer zweiten Quelle ist, wenn ein Strom gleicher Stärke I_1 in jede dieser Quellen injiziert wird, während der Lichtstrom, der von der zweiten Quelle der genannten Anordnung emittiert wird, die eine Strahlung einer anderen Farbe emittiert, grösser als der der ersten Quelle ist, wenn ein Strom gleicher Stärke I_2 , die von I_1 verschieden ist, in jede der Quellen injiziert wird.

Die verschiedenen in Gruppen angeordneten Lichtquellen die in Reihe gespeist werden, werden gleichzeitig von einem Strom mit einer Stärke I durchlaufen. Wenn für diese Stärke ein Wert I_1 gewählt wird, für den der Lichtstrom, der von den Quellen emittiert wird, deren Strahlung eine erste Wellenlänge λ_1 aufweist, grösser als der aller anderer Lichtquellen ist, ist die dieser ersten Wellenlänge entsprechende Farbe vorherrschend. Wenn für diese Stärke ein Wert I_2 gewählt wird, für den der Lichtstrom, der von den Quellen emittiert wird, deren Strahlung eine zweite Wellenlänge λ_2 aufweist, grösser als der aller anderer Quellen ist, ist die dieser zweiten Wellenlänge entsprechende Farbe vorherrschend. Und so für diese

409825/0855

FPHN.6813.

4.12.73.

- 5 -

2361531

BEST AVAILABLE COPY

Stromstärke I andere Werte gewählt werden, kann auch die Farbe anderer Quellen vorherrschend gemacht werden. Die Anordnung erfordert nur eine einzige Speisung und ermöglicht es, nacheinander Wiedergaben in verschiedenen Farben dadurch zu erhalten, dass nur die Werte der Stärke des injizierten Stromes geändert werden.

Die Kurven 1, 2 und 3 der Fig. 1 der beiliegenden Zeichnungen stellen in logarithmischen Koordinaten die Änderungen der Lichtströme F dar, die von den elementaren Lichtquellen S_1 , S_2 bzw. S_3 einer Anordnung nach der Erfindung als Funktion der Stärke I des sie durchlaufenden Stromes emittiert werden. Da die Quellen S_1 , S_2 und S_3 in Reihe geschaltet sind, werden die Lichtströme der drei Quellen zu einem gegebenen Zeitpunkt durch die verschiedenen Ordinaten dargestellt, die einer gleichen Stromstärke I entsprechen; es ist ersichtlich, dass bei einer Stromstärke I_A der Lichtstrom F_{A1} der Quelle S_1 vorherrschend ist; bei einer Stromstärke I_B ist der Lichtstrom F_{B2} der Quelle S_2 vorherrschend, während bei einer Stromstärke I_C der Lichtstrom F_{C3} der Quelle S_3 vorherrschend ist. Statt elementarer Lichtquellen kann auch ein Gebilde identischer in Reihe geschalteter Quellen verwendet werden, deren Lichtströme zusammengefügt werden.

Die Anordnung benötigt keine zusätzlichen Widerstände, die einen Energieverlust herbeiführen und mehr Raum beanspruchen. Die Anordnung gibt verschiedene Farben über den Kanal einer einzigen Speisung wieder und vermeidet den Zusatz eines Leiters pro zusätzliche Farbe. Der Strom in jeder

409825/0855

RPHX.6813.

4.12.73.

2361531

- 6 -

dieser elementarer Quellen, der für alle Quellen derselbe ist, wird an der Speisequelle genau definiert und eingestellt.

Die Anzahl in Gruppen angeordneter Quellen in einer Anordnung nach der Erfindung ist nicht beschränkt. Vorzugsweise enthält die Anordnung eine einzige Quelle für jede der gewünschten Farben oder mindestens eine Quelle jeder der gewünschten Farben, die als Primärfarben zu betrachten sind, die es ermöglichen, andere gewünschte Farben durch additive Mischung der emittierten Lichtströme zu erhalten.

Es ist im allgemeinen wünschenswert, dass der Lichteindruck, den eine polychrome Anordnung auf das Auge eines Beobachters macht, für die verschiedenen Farben, die diese Anordnung wiedergeben kann, nahezu auf demselben Pegel liegt. Zu diesem Zweck wird die Anordnung vorzugsweise von Impulsen gespeist, und die Dauer eines Impulses nimmt ab, wenn die Stromstärke während des Impulses grösser ist. Es ist nämlich bekannt, dass "Nacheilen" von Lichteindrücken die Möglichkeit bietet, äquivalente Effekte mit verschiedenen Lichtströmen durch Einwirkung auf die Dauer des Reizes zu erhalten. Es ist günstig, wenn für jeden Wert der Erregungsstärke die Dauer des Impulses dem emittierten Lichtstrom umgekehrt proportional ist. Selbstverständlich kann dieses Verhältnissgesetz korrigiert werden, wobei gegebenenfalls besondere Kontrastbedingungen der Beleuchtung der Umgebung oder andere Faktoren, die die Sichtbarkeit des Gebildes der zu einer Anordnung zusammengebauten Quellen beeinflussen, berücksichtigt werden.

409825/0855

FPHN.6813.

4.12.73.

2361531

- 7 -

In dem am häufigsten vorkommenden Fall, in dem ein scheinbar kontinuierlicher Lichteindruck gesucht wird, wird die Anordnung von aufeinanderfolgenden Impulsen mit einer die Flimmerfrequenz überschreitenden Frequenz gespeist. In diesem Falle nimmt das Zyklusverhältnis oder das Verhältnis der Dauer eines Impulses zu der Gesamtdauer der Wiederholungsperiode ab, wenn die Stromstärke grösser ist. Es ist günstig, wenn für jeden Wert des Erregungsstroms dieses Verhältnis dem ausgesandten Lichtstrom umgekehrt proportional ist, wobei dieses Gesetz, wie oben beschrieben wurde, in bezug auf die besonderen Frequenz- oder Kontrastbedingungen oder andere die Sichtbarkeit beeinflussende Faktoren korrigiert werden.

Bei einer ersten Ausführungsform der Anordnung nach der Erfindung werden verschiedene Lichtquellen derart nebeneinander und nahe beieinander angebracht, dass bei einem minimalen Beobachtungsabstand praktisch eine einzige Quelle sichtbar wird, deren Farbe durch die additive Mischung der Farben der verschiedenen erregten Quellen unter Berücksichtigung ihrer respektiven Lichtströme erhalten wird.

Vorzugsweise sind die Lichtquellen und die Erregerstromstärken derartig, dass der emittierte Lichtstrom in einer vorherrschenden Farbe für mindestens einen Wert der Stärke des die verschiedenen Quellen durchlaufenden Stromes zehnmal grösser als der von allen anderen nichtvorherrschenden Quellen emittierte Lichtstrom ist. Die Anordnung wird dann nahezu in der Farbe der Quellen sichtbar, deren Lichtstrom vorherrschend ist.

409825/0855

FPHN.6813.

4.12.73.

- 8 -

2361531

Aus Fig. 1 ist ersichtlich, dass, wenn der Schnittpunkt der Kurven 1 und 2 betrachtet wird, für die entsprechenden Ströme I_p die beiden Quellen S1 und S2 denselben Lichtstrom F_p haben. Wenn die emittierten Lichtstrahlen von dem Beobachter gemischt werden können, ist die scheinbare Farbe der Anordnung diejenige, die sich aus der Zusammenfügung der Farben von S1 und S2 ergibt; wobei der Lichtstrom der Quelle S3 praktisch keinen Einfluss ausübt.

Wenn in nahezu allen Fällen die Kurve des Stromes einer Quelle als Funktion der Stärke des sie durchlaufenden Stromes weder eine Diskontinuität noch eine plötzliche Steilheitsänderung aufweist, kann durch passende Wahl der Stromstärke, die dem Schnittpunkt der beiden Kurven entspricht, wenn die Diagramme übereinander angeordnet werden, eine zusammengesetzte Farbe erhalten werden, die sich aus einer Mischung gleicher Anteile mindestens der beiden Farben der beiden Quellen oder Gruppen von Quellen ergibt, deren Kurven sich schneiden, während ausserdem durch Einstellung der Stärke des Stromes ein ganzes Gamma von Zwischenfarben erhalten werden kann, das sich aus der Mischung veränderlicher Anteile dieser Farben, je nach den gegenseitigen Lichtströmen der verschiedenen Farben, ergibt. Die Anordnung ermöglicht es auf diese Weise, eine Farbe wiederzugeben, die sich aus der additiven Mischung anderer Farben ergibt, die dadurch erhalten wird, dass ein Strom injiziert wird, dessen Stärke zwischen den Stärken der Ströme liegt, für die die genannten anderen Farben vorherrschend sind.

409825/0855

PPHN.6813.

4.12.77.

2361531

- 2 -

Alle Zwischenfarben, die sich aus dieser additiven Mischung ergeben, können auch durch zeitliche Mischung mit Hilfe von schnell aufeinanderfolgenden Impulsen verschiedener Stärken erhalten werden, wobei jede dieser Stärken eine bestimmte Farbe vorherrschend macht und das "Nacheilen" der Lichteindrücke es dem Auge des Beobachters ermöglicht, die Summe der empfangenen Eindrücke aufzunehmen. Die Dauer der Impulse ist in diesem Falle eine Funktion des in jeder vorherrschenden Farbe emittierten Lichtstromes und des notwendigen Anteiles dieser vorherrschenden Farbe in der Zusammensetzung des gewünschten additiven Gemisches.

Alle Kombinationen sind auch bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung möglich, nach der die Anordnung ein optisches System enthält, das die Neigung aufweist, die Lichtstrahlen, die von verschiedenen Quellen der Anordnung herrühren, einander zu überlagern. So werden z.B. verschiedene Quellen nebeneinander auf einer Grundplatte angeordnet und mit einer Glocke abgedeckt, die all diese Quellen umfasst.

Bei einer anderen Ausführungsform werden verschiedene in Gruppen angeordnete Quellen in einer Anordnung übereinander angebracht, wobei jede über eine andere Quelle angebrachte Quelle wenigstens teilweise die von der letzten Quelle emittierte Strahlung durchlässt. So besteht die Anordnung z.B. im wesentlichen aus einer Stapelung von Quellen mit planarer Struktur, wodurch die Reihenschaltung erhalten wird, wobei diese Stapelung derartig ist, dass die Wellenlänge der emittierten Strahlung abnimmt.

409825/0855

EPHN.6813.

4.12.73.

2361531

- 10 -

Bei den nachstehenden Ausführungsformen sind verschiedene Lichtquellen einer Anordnung als Funktion der zu erhaltenden Farben unter den elektrolumineszierenden Elementen vom bekannten Typ gewählt, bei denen die Kurven des Lichtstroms als Funktion des injizierten Stroms das geeignete Profil aufweisen.

Nach einer Abwandlung enthält die Anordnung mindestens eine elektrolumineszierende elementare Quelle einer ersten Farbe, deren Lichtstrom mindestens für einen Bereich von Stromstärken oberhalb eines bestimmten Wertes injizierten Stromes, z.B. unter dem Einfluss der Sättigungserscheinung, auf einen nahezu konstanten Wert beschränkt ist, und mindestens eine elektrolumineszierende elementare Lichtquelle einer anderen Farbe, deren Lichtstrom sich in demselben Bereich von Stromstärken des injizierten Stromes ändert.

Ein Beispiel einer elektrolumineszierenden Quelle mit einem Lichtstrom, der sich nur wenig in dem Bereich von Stromstärken ändert, besteht aus einer Halbleiterdiode mit pn-Übergang aus mit Zink und Sauerstoff dotiertem Galliumphosphid, die eine Strahlung roter Farbe emittiert und von einer bestimmten Stromdichte her die Sättigungserscheinung der Strahlungsrekombinationszentren aufweist. Diese Diode kann mit einer Diode verbunden werden, die keine Sättigungserscheinung aufweist.

Nach einer Weiterbildung enthält die Anordnung mindestens eine elektrolumineszierende elementare Lichtquelle einer ersten Farbe, deren Lichtstrom wenigstens in einem Bereich

409825/0855

EPHN. 5813

4.12.73.

2361531

- 11 -

von Stromstärken des injizierten Stromes dieser Stärke nahezu proportional ist, und mindestens eine elektrolumineszierende Quelle einer anderen Farbe, deren Lichtstrom in demselben Bereich von Stromstärken gemäss einem anderen Gesetz verläuft.

Ein Beispiel einer elektrolumineszierenden Quelle mit einem Lichtstrom, der der Stärke des injizierten Stromes mindestens in einem bestimmten Bereich von Stromstärken nahezu proportional ist, besteht aus einer Halbleiterdiode mit einem pn-Übergang, die aus einem Material mit direkter Bandstruktur wie einer ternären Verbindung, z.B. Galliumarsenidphosphid, Galliumaluminiumarsenid, Galliumindiumphosphid, Indiumaluminiumphosphid, gewünschter Zusammensetzung oder einer binären Verbindung, wie Galliumnitrid, hergestellt ist. Bestimmte Materialien mit indirekter Bandstruktur weisen ebenfalls diese Eigenschaft auf; Beispiele sind mit Stickstoff dotiertes Galliumphosphid, z.B. von dem Typ, der eine Strahlung grüner Farbe emittiert, und Siliciumcarbid.

Nach einer weiteren Abwandlung enthält die Anordnung mindestens eine elektrolumineszierende elementare Lichtquelle einer ersten Farbe, deren Lichtstrom mindestens in einem Bereich von Stärken des injizierten Stromes nahezu einer Potenz n der Stromstärke proportional ist, wobei $n > 1$ ist, und mindestens eine elektrolumineszierende elementare Quelle einer anderen Farbe, deren Lichtstrom in demselben Bereich von Stromstärken gemäss einem anderen Gesetz verläuft.

Eine elektrolumineszierende Quelle mit einem Lichtstrom, der der Leistung n der Stärke des injizierten Stromes nahezu

409825/0855

- 12 -

4.12.73.

2361531

proportional ist, ist die Lichtquelle einer Halbleiterdiode, die eine Infrarotstrahlung emittiert und deren emittierende Oberfläche mit einer photolumineszierenden Schicht zur Umwandlung von Wellenlängen überzogen ist. Derartige Umwandlungsüberzüge sind in dem Gebiet der Optoelektronik bekannt. Einige dieser Überzüge beziehen sich auf eine sequentielle Übergangserscheinung mit zwei Photonen und ihr Lichtstrom ändert sich nahezu mit dem Quadrat des auffallenden Lichtstroms; andere dieser Überzüge beziehen sich auf eine sequentielle Übergangserscheinung mit drei Photonen und ihr Lichtstrom ändert sich nahezu mit der dritten Potenz des auffallenden Lichtstroms. Diese Quellen sind z.B. Dioden aus Galliumarsenid, das derart behandelt ist, dass es Infrarotstrahlung mit einer Wellenlänge von $0,97\mu\text{m}$ emittiert, welche Dioden mit einem transparenten Kunststoff überzogen sind, in den Körner photolumineszierenden Materials, wie Natrium-Yttriumfluorid (NaYF_4), das mit Ytterbium und Erbium dotiert ist und eine grüne Strahlung emittiert, eingebettet sind.

Nach einer weiteren Abwandlung enthält die Anordnung mindestens zwei elektrolumineszierende elementare Quellen verschiedener Farbe, von denen die erste aus einem Halbleitermaterial mit einer hohen Konzentration an Verunreinigungen hergestellt ist, in dem ein Strom geringer Stärke nur Rekombinationen herbeiführt, die keine Strahlung emittieren, während die zweite Quelle aus einem Halbleitermaterial mit einer niedrigeren Konzentration an Verunreinigungen hergestellt ist, dessen verbotene Bandbreite kleiner als die des Materials der

409825/0855

FPWY-6813.

4.12.73.

2361531

- 13 -

ersten Quelle ist und das für starke Ströme einen geringen Wirkungsgrad aufweist, aber in dem ein Strom geringer Stärke Strahlungsrekombinationen herbeiführt.

Ein Beispiel einer elektrolumineszierenden Quelle vom Typ der ersten obengenannten Quelle besteht aus einer Diode mit einem pn-Übergang, die aus einer III-V-Verbindung, wie Gallium- und Indiumphosphid mit einer direkten Bandstruktur, hergestellt ist, die eine gelbliche Strahlung emittiert, deren Konzentration an Verunreinigungen grösser als $10^{16}/\text{cm}^3$ ist und deren Lichtausbeute auf einem niedrigen Injektionspegel sehr niedrig ist. Ein Beispiel einer elektrolumineszierenden Quelle vom Typ der obengenannten zweiten Quelle besteht aus einer Diode mit einem pn-Übergang, die aus dotiertem Galliumarsenidphosphid hergestellt ist, das eine Strahlung roter Farbe emittiert und eine Konzentration an Verunreinigungen von weniger als $10^{15}/\text{cm}^3$ aufweist.

Die verschiedenen elementaren Quellen einer Anordnung können verschiedene Formen und/oder verschiedene wirksame Oberflächen aufweisen. Unter den Lichtquellen derselben Farbe und derselben Struktur, die aus demselben Material hergestellt sind, bildet die wirksame Oberfläche einen Parameter, der es ermöglicht, eine Quelle zu definieren, bei der die Kurve des Lichtstroms als Funktion des Stromes die Kurven der anderen betrachteten Quellen schneidet, wenn die Diagramme übereinander angeordnet werden. In allen Fällen, in denen der Lichtstrom, der von einer Quelle emittiert wird, dem Strom nicht genau proportional ist, entspricht ein Unterschied

409825/0855

2361531

in der wirksamen Oberfläche einem Unterschied im Lichtstrom, der bei einem gleichen Strom emittiert wird, und also einer Verschiebung der Kurve des Lichtstromes als Funktion der Stärke des Erregungsstroms. Wenn z.B. eine Diode mit einem elektrolumineszierenden Uebergang mit einer Oberfläche von $0,1 \text{ mm}^2$ aus Galliumphosphid, das eine rote Strahlung emittiert, mit einem Strom von $0,1 \text{ A}$ erregt wird, weist eine gleiche Diode mit einer zehnmal grösseren Oberfläche, die mit demselben Strom und somit mit einer zehnmal geringeren Stromdichte erregt wird, einen nur zweimal niedrigeren relativen Wirkungsgrad und somit einen Gesamtlichtstrom auf, der fünfmal grösser ist.

Eine Verschiebung der Kurven wird dabei nötigenfalls mit Hilfe eines Schwächungsabsorptionsfilters erhalten, mit dem die Quelle, die einen zu hohen Lichtstrom aufweist, versehen werden kann.

In dem Falle, in dem die Anordnung einen polychromen elementaren Punkt einer Matrix bilden muss, die eine Vielzahl von Punkten umfasst, damit z.B. ein Bildschirm erhalten werden kann, ist es wünschenswert, dass die Helligkeiten der verschiedenen Quellen einer Anordnung vergleichbar sind und dass die Oberflächen der verschiedenen Quellen in derselben Grössenordnung liegen und kleiner als das Auflösungsvermögen des Auges des Beobachters sind.

Die vorliegende Erfindung kann zur Herstellung polychromer Wiedergabeanordnungen, insbesondere von Lichtsignalen zur Lieferung einer Farbinformation, verwendet werden. Die

409825/0855

Erfindung wird vorzugsweise zur Herstellung polychromer Wiedergabemosaike, insbesondere gemäss XY-Richtungen, verwendet werden, was nach der Erfindung nur einen einzigen Leiter pro Reihe und pro Spalte erfordert. Wiedergabeschirme können mit Hilfe von Anordnungen nach der Erfindung erhalten werden, die durch Abtastung erregt werden.

Die Erfindung wird nachstehend beispielsweise an Hand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 2 einen schematischen Schnitt durch drei in einer polyolithischen Anordnung nach der Erfindung nebeneinander angebrachte elektrolumineszierende Quellen, und

Fig. 3 einen schematischen Schnitt durch eine Anordnung nach der Erfindung, die zwei übereinander angeordnete elementare Quellen enthält.

Der schematische Schnitt nach Fig. 2 zeigt die drei elementaren Lichtquellen einer Anordnung nach der Erfindung, die nebeneinander auf einer gemeinsamen Grundplatte 4 aus Isoliermaterial angebracht sind. Es versteht sich, dass diese drei Quellen möglichst nahe beieinander liegen, wobei die notwendige Isolierung und die praktischen Herstellungsmöglichkeiten berücksichtigt werden. Die erste Quelle 1 ist eine planare elektrolumineszierende Diode, die auf einem Substrat 5 dadurch gebildet wird, dass epitaktisch eine Schicht 6 und dann eine Schicht 7 vom entgegengesetzten Leitfähigkeitstyp niedergeschlagen werden; der so gebildete pn-Übergang emittiert eine Strahlung mit einer Wellenlänge λ_1 , wenn darin ein Strom über Metallniederschläge 8 und 9, auf denen

409825/0855

die leitenden Drähte 10 und 11 festgelötet sind, injiziert wird.

Die zweite Quelle II ist ebenfalls eine planare elektrolumineszierende Diode, die auf einem Substrat 12 dadurch gebildet wird, dass epitaktisch eine Schicht 13 niedergeschlagen wird, in die eine Schicht 14 vom entgegengesetzten Leitfähigkeitstyp eindiffundiert wird; der so gebildete pn-Uebergang emittiert eine Strahlung mit einer Wellenlänge λ_5 , die von λ_4 wesentlich verschieden ist, wenn ein Strom über die Metallniederschläge 15 und 16, auf denen leitende Drähte 11 und 17 festgelötet sind, injiziert wird.

Die dritte Quelle III ist eine elektrolumineszierende Diode, die einen pn-Uebergang zwischen zwei Gebieten 18 und 19 enthält, der eine Infrarotstrahlung emittiert, wenn ein Strom über die Metallniederschläge 20 und 21, auf denen die Leiter 23 und 17 festgelötet sind, injiziert wird. Diese Diode ist von einer Umhüllung 22 aus transparentem Kunststoff umgeben, in den ein photolumineszierendes Material eingebettet ist, das eine sichtbare Strahlung mit einer Wellenlänge λ_6 , die wesentlich von λ_4 und λ_5 verschieden ist, durch Absorption von Infrarotstrahlung emittiert, die von der Diode 18-19 emittiert wird.

Die Verbindungen zwischen den Dioden 11 und 17 sind derartig, dass die drei beschriebenen elementaren Quellen in Reihe angeordnet sind und alle drei in der Durchlassrichtung betrieben werden, wenn der Leiter 10 mit der negativen Klemme einer Speisequelle und der Leiter 23 mit der positiven Klemme dieser Quelle verbunden wird.

409825/0855

FPHN.6813.

- 17 -

4.12.73.

2361531

Der von dieser Speisequelle gelieferte Strom ist einstellbar.

Die Quelle I emittiert z.B. eine Strahlung mit einer Wellenlänge von $0,69\mu\text{m}$ und weist einen Lichtstrom auf, der sich mit der Stärke des injizierten Stromes gemäss der Kurve 1 des Diagramms nach Fig. 1 ändert. Die Quelle II emittiert eine Strahlung mit einer Wellenlänge von $0,58\mu\text{m}$ und ihr Lichtstrom ändert sich mit der Stärke des injizierten Stromes nach Fig. 2 des in Fig. 1 gezeigten Diagramms. Die Quelle III emittiert eine Strahlung mit einer Wellenlänge von $0,47\mu\text{m}$ und ihr Lichtstrom ändert sich mit der Stärke des injizierten Stromes nach der Kurve 3 des Diagramms in Fig. 1. Wenn durch die Leiter 10 und 23 ein Strom mit einer Stärke I_A über die drei Quellen der Anordnung geschickt wird, ist der von der Quelle I emittierte Lichtstrom wesentlich grösser als die von den Quellen II und III emittierten Lichtströme und die Anordnung gibt die rote Farbe wieder. Für einen Strom mit einer Stärke I_B ist die gelbe Farbe der Quelle II vorherrschend, wobei die von den Quellen I und III emittierten Ströme wesentlich kleiner sind. Bei einem Strom mit einer Stärke I_C ist die grüne Farbe der Quelle III vorherrschend.

Um den Eindruck, den die Anordnung nach Fig. 2 auf das Auge eines Beobachters macht, auf denselben Pegel zu bringen, der von verschiedenen Strömen mit Stärken I_A , I_B oder I_C erregt wird, wird diese Erregung mit Hilfe von Impulsen erhalten, die sich mit einer die Flimmerfrequenz überschreitenden Frequenz wiederholen, wobei die Dauer der Impulse dem Wert des

409825/0855

EPHX.6813.

4.12.73.

- 18 -

2361531

emittierten Lichtstroms umgekehrt proportional ist.

Der schematische Schnitt nach Fig. 3 zeigt eine Anordnung mit zwei übereinander angebrachten Quellen. Die erste Quelle besteht aus einer Diode mit pn-Übergang 42, die ein p-leitendes Gebiet 31 und ein n-leitendes Gebiet 32 enthält, aus Metallablagerungen 33 und 34, wobei die Ablagerung 33 ein transparentes Gitter bildet, sowie aus einer Verbindung 35. Diese erste Quelle wird auf einer zweiten Lichtquelle festgelötet, die aus einer Diode mit pn-Übergang 38 besteht, die ein p-leitendes Gebiet 36 und ein n-leitendes Gebiet 37 enthält, wobei der Übergang 38 eine Infrarotstrahlung emittiert, die über eine Glocke 39 aus photolumineszierendem Material in sichtbare Strahlung umgewandelt wird. Die zweite Quelle ist auf einem Träger 40 befestigt, der mit einem leitenden Material 41 überzogen ist. Die Schicht 41 ist mit einer positiven Klemme einer Stromspeisequelle verbunden, während der Verbindungsleiter 35 an die negative Klemme dieser Quelle angeschlossen ist. Der Übergang 42 emittiert z.B. eine Strahlung mit einer Wellenlänge von $0,97\mu\text{m}$ und das Leuchtmaterial 39 emittiert eine Strahlung mit einer Wellenlänge von z.B. $0,47\mu\text{m}$. Wenn der von der Speisequelle gelieferte Strom eine Stärke I_4 hat, ist der von der Glocke 39 emittierte Lichtstrom vernachlässigbar, während der von dem Übergang 42 emittierte Lichtstrom nur über die Glocke 39 sichtbar ist, die für die emittierte Strahlung durchlässig ist. Die Lichtausbeute der Glocke 39 nimmt mit dem Quadrat der Stärke des von dem Übergang 38 emittierten Lichtstroms zu. Die Lichtausbeute des Übergangs 42

409825/0855

FPH.6813.

4.2.73.

2361531

- 19 -

nimmt mit der Stärke des darin injizierten Stroms wegen einer Sättigungserscheinung der Strahlungsrekombinationszentren ab. Bei einem Strom mit einer Stärke I_5 , die höher als I_4 ist, ist der von der Glocke 39 emittierte Lichtstrom vorherrschend. Zwischen den beiden Werten I_4 und I_5 kann jedes gewünschte Verhältnis des Lichtstroms irgendeiner Quelle erhalten werden, während weiter in jedem gewünschten Verhältnis ausser den von jeder dieser Quellen emittierten Farben die sich aus der Zusammenfügung dieser beiden Farben ergebenden Farben erhalten werden.

Ein Beispiel der Herstellung der erfindungsgemässen Anordnung, deren Lichtquellen Lichtströme gemäss den Kurven nach Fig. 1 aufweisen, wird nachstehend beschrieben.

Die erste Quelle besteht aus einer Diode aus mit Zink und Sauerstoff dotiertem Galliumphosphid, die durch Flüssigkeitsepitaxie unter Verwendung der üblichen Techniken erhalten ist. Die emittierte Oberfläche dieser Diode ist z.B. gleich $0,1 \text{ mm}^2$. Der emittierte Lichtstrom bei $0,69 \mu\text{m}$ beträgt dann 9 Millilumen bei einem Strom von 20 mA, 15 Millilumen bei einem Strom von 100 mA und 20 Millilumen bei einem Strom von 700 mA.

Die zweite Quelle besteht aus einer Diode aus Galliumarsenidphosphid ($\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$, wobei x zwischen 0,80 und 0,85 liegt), die durch Epitaxie unter Verwendung der üblichen Techniken erhalten und mit Stickstoff dotiert ist. Die emittierte Oberfläche dieser Diode ist fünf- bis zwanzigmal grösser als die der ersten Quelle und ist vorzugsweise gleich 1 mm^2 .

409825/0855

BAD ORIGINAL

FPHN.6813.

L.12.73.

2361531

- 20 -

Der emittierte Lichtstrom bei $0,58\mu\text{m}$ beträgt dann 2 Millilumen bei einem Strom von 20 mA, 30 Millilumen bei einem Strom von 100 mA und 120 Millilumen bei einem Strom von 700 mA.

Die dritte Quelle besteht aus einer Diode aus mit Silicium dotiertem Galliumarsenid, die eine Strahlung bei $0,97\mu\text{m}$ emittiert und mit einem Epoxydharz überzogen ist, in das Körner aus Natrium-Yttriumfluorid (NaYF_4), das mit Ytterbium und Erbium dotiert ist, eingebettet sind. Die emittierende Oberfläche dieser Quelle ist zwei- bis zehnmal grösser als die der ersten Quelle und vorzugsweise gleich $0,5\text{ mm}^2$. Der bei $0,54\mu\text{m}$ emittierte Lichtstrom beträgt dann 0,1 Millilumen bei einem Strom von 20 mA, 10 Millilumen bei 100 mA und 800 Millilumen bei 700 mA.

Zur Wiedergabe der roten Farbe wird ein Strom von 20 mA kontinuierlich in die Anordnung injiziert. Der Lichtstrom der ersten Quelle ist vorherrschend.

Zur Wiedergabe der gelben Farbe wird ein Strom von 100 mA in die Anordnung durch Impulse von 0,3 msec mit einer Frequenz von 1000 Hz injiziert. Der Lichtstrom der zweiten Quelle ist vorherrschend und, wenn die von den drei Quellen herrührenden Lichtstrahlen für das Auge des Beobachters vermischt werden können, fügen sich zu diesem Lichtstrom gegebenenfalls die Lichtströme der ersten und der dritten Quelle, deren Mischung einen gelben Eindruck gibt.

Zur Wiedergabe der grünen Farbe wird ein Strom von 700 mA in die Anordnung injiziert. Der Lichtstrom der dritten Quelle ist vorherrschend. Der Strom wird durch Impulse von 0,01 msec mit einer Frequenz von 1000 Hz injiziert.

409825/0855

FPHN.6813.

4.12.73.

2361531

- 21 -

PATENTANSPRUECHE:

1. Elektrolumineszierende Anordnung, die durch mehrere miteinander verbundene elementare Lichtquellen gebildet wird, die gleichzeitig erregt werden und von denen mindestens zwei elektrolumineszierende Strahlungen verschiedener Wellenlänge emittieren, dadurch gekennzeichnet, dass der von einer ersten Quelle, die eine Strahlung einer ersten Farbe liefert, emittierte Lichtstrom grösser als der einer zweiten Quelle der Anordnung ist, wenn ein gleicher Strom mit einer Stärke I_1 in jede dieser Quellen injiziert wird, und dass der von der zweiten Quelle, die eine Strahlung einer anderen Farbe liefert, emittierte Lichtstrom grösser als der der ersten Quelle der Anordnung ist, wenn ein gleicher Strom mit einer Stärke I_2 , die von I_1 verschieden ist, in jede dieser Quellen injiziert wird, während die Lichtquellen der Anordnung in Reihe geschaltet sind.

2. Elektrolumineszierende Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass diese mindestens eine Lichtquelle einer ersten Farbe, deren Lichtstrom auf einen mindestens für einen Bereich von Stromstärken des injizierten Stromes nahezu konstanten Wert beschränkt ist, und mindestens eine Lichtquelle einer anderen Farbe enthält, deren Lichtstrom sich in demselben Bereich von Stromstärken des injizierten Stromes ändert.

3. Elektrolumineszierende Anordnung nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass diese mindestens eine Lichtquelle einer ersten Farbe, deren Lichtstrom mindestens

409825/0855

- 22 -

12.73.

2361531

für einen Bereich von Stromstärken des injizierten Stromes dieser Stärke nahezu proportional ist, und mindestens eine Quelle einer anderen Farbe enthält, deren Lichtstrom für denselben Bereich von Stromstärken gemäss einem anderen Gesetz verläuft.

4. Elektrolumineszierende Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass diese mindestens eine Lichtquelle einer ersten Farbe, deren Lichtstrom mindestens für einen Bereich von Stromstärken des injizierten Stromes einer Potenz n der Stromstärke nahezu proportional ist, wobei $n > 1$ ist, und mindestens eine Quelle einer anderen Farbe enthält, deren Lichtstrom für denselben Bereich von Stromstärken gemäss einem anderen Gesetz verläuft.

5. Elektrolumineszierende Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass diese mindestens zwei Lichtquellen verschiedener Farbe enthält, von denen eine aus einem Halbleitermaterial mit einer hohen Konzentration an Verunreinigungen und die andere aus einem Halbleitermaterial mit einer niedrigeren Konzentration an Verunreinigungen mit einer kleineren verbotenen Bandbreite und einem niedrigeren Wirkungsgrad auf einem höheren Stromstärkepegel hergestellt ist.

6. Elektrolumineszierende Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der von der Quelle, die eine Strahlung einer ersten Farbe liefert, emittierte Lichtstrom mindestens bei einem Wert der Stromstärke des injizierten Stromes grösser als das Zehnfache des Lichtstromes ist, der von Quellen emittiert wird, die eine Strahlung einer anderen Farbe liefern.

409825/0855

7. Elektrolumineszierende Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass verschiedene Lichtquellen nebeneinander und möglichst nahe beieinander angeordnet werden.

8. Elektrolumineszierende Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass verschiedene Lichtquellen übereinander angeordnet werden, derart, dass die Wellenlänge der jeweils von ihnen emittierten Strahlung abnimmt, wobei jede Quelle wenigstens teilweise für die Strahlung durchlässig ist, die von der Quelle emittiert wird, auf der sie angeordnet ist.

9. Elektrolumineszierende Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein optisches System zur Überlagerung von Lichtstrahlen enthält, die von den verschiedenen Lichtquellen emittiert werden.

10. Elektrolumineszierende Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die verschiedenen Quellen mit einer Glocke abgedeckt werden.

11. Elektrolumineszierende Anordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass diese mindestens eine Diode mit pn-Übergang, die aus einem in dem sichtbaren Spektrum emittierenden Material hergestellt ist, und mindestens eine Diode mit pn-Übergang enthält, die aus Galliumarsenid hergestellt ist, das eine Infrarotstrahlung emittiert, welche Diode mit einem mehrstufigen photolumineszierenden Material überzogen ist und in dem sichtbaren Spektrum emittiert.

409825/0855

FPHN.6813.

4.12.73.

2361531

- 24 -

12. Elektrolumineszierende Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass sie mindestens eine Diode, die eine Strahlung mit einer vorherrschenden roten Farbe bei einem ersten Wert der Stärke des injizierten Stromes emittiert, mindestens eine Diode, die eine Strahlung einer vorherrschenden gelben Farbe bei einem zweiten Wert der Stromstärke des injizierten Stromes emittiert, und mindestens eine Lichtquelle enthält, die eine Strahlung mit einer vorherrschenden grünen Farbe bei einem dritten Wert der Stromstärke des injizierten Stromes emittiert.

13. Elektrolumineszierende Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass sie mindestens eine Diode, die eine Strahlung einer vorherrschenden roten Farbe bei einem ersten Wert der Stromstärke des injizierten Stromes emittiert, mindestens eine Lichtquelle, die eine Strahlung einer vorherrschenden gelben Farbe bei einem zweiten Wert der Stromstärke des injizierten Stromes emittiert, und mindestens eine Lichtquelle enthält, die eine Strahlung mit einer vorherrschenden blauen Farbe bei einem dritten Wert der Stromstärke des injizierten Stromes emittiert.

14. Elektrolumineszierende Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass diese mindestens eine Diode mit pn-Übergang aus mit Zink und Sauerstoff dotiertem Galliumphosphid, die eine Strahlung roter Farbe emittiert, und mindestens eine Lichtquelle enthält, die eine Strahlung einer anderen Farbe emittiert und deren Lichtstrom

409825/0855

FPHN.6813.

4.12.73.

- 25 -

2361531

sich mit der Stärke des Stromes ändert, wobei die genannte Diode gesättigt ist.

15. Elektrolumineszierende Anordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass sie mindestens eine Diode mit pn-Übergang aus einem Halbleitermaterial mit direkter Bandstruktur, das aus der durch Galliumarsenid-phosphid, Galliumaluminiumarsenid, Galliumindiumphosphid, Indiumaluminiumphosphid und Galliumnitrid gebildeten Gruppe gewählt ist, und mindestens eine Lichtquelle enthält, die eine Strahlung einer anderen Farbe emittiert und deren Lichtstrom sich mit der Stärke des Stromes ändert, der sie gemäss einem anderen Gesetz als das der genannten Diode in einem gleichen Bereich von Stromstärken verhält.

16. Elektrolumineszierende Anordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass diese mindestens eine Diode mit pn-Übergang aus mit Stickstoff dotiertem Galliumphosphid, die eine Strahlung grüner Farbe emittiert, und mindestens eine Lichtquelle enthält, die eine Strahlung einer anderen Farbe emittiert und deren Lichtstrom sich mit der Stärke des Stromes ändert, aber gemäss einem anderen Gesetz als die genannte Diode in demselben Bereich von Stromstärken.

17. Elektrolumineszierende Anordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass sie mindestens eine Diode mit pn-Übergang aus mit Silicium dotiertem Galliumarsenid, die eine Strahlung von $0,97\mu\text{m}$ emittiert und mit einem Epoxydharz überzogen ist, in das Körner aus

409825/0855

FPHN.6813.

4.12.73.

2361531

- 26 -

Natrium-Yttriumfluorid (NaYF_4), das mit Ytterbium und Erbium dotiert ist, eingebettet sind, und mindestens eine Diode mit pn-Übergang enthält, die eine sichtbare Strahlung einer anderen Farbe emittiert.

18. Elektrolumineszierende Anordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 12 und 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass sie mindestens eine Diode mit pn-Übergang aus Indium- oder Galliumphosphid mit einer Konzentration an Verunreinigungen von mehr als $10^{16}/\text{cm}^3$, die eine Strahlung gelber Farbe emittiert, und mindestens eine Diode mit pn-Übergang aus Galliumarsenidphosphid mit einer Konzentration an Verunreinigungen von mehr als $10^{15}/\text{cm}^3$ enthält, die eine Strahlung roter Farbe emittiert.

19. Elektrolumineszierende Anordnung nach den Ansprüchen 12, 14 und 17, dadurch gekennzeichnet, dass sie nebeneinander eine Diode aus mit Zink und Sauerstoff dotiertem Galliumphosphid, eine Diode aus Galliumarsenidphosphid ($\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$, wobei x zwischen 0,80 und 0,85 liegt), das mit Stickstoff dotiert ist, wobei die emittierende Oberfläche dieser Diode fünf- bis zwanzigmal grösser als die der Diode aus Galliumphosphid ist, und eine Diode aus mit Silicium dotiertem Galliumarsenid enthält, das mit einem Epoxydharz überzogen ist, in das Körner aus Natrium-Yttriumfluorid, das mit Ytterbium und Erbium dotiert ist, eingebettet sind, wobei die emittierende Oberfläche der letzteren Diode zwei- bis zehnmal grösser als die der Diode aus Galliumphosphid ist.

409825/0855

20. Verfahren zur Erzielung einer polychromen Wiedergabe mit Hilfe einer elektrolumineszierenden Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, die verschiedene miteinander verbundene elementare Lichtquellen enthält, von denen mindestens zwei Strahlungen verschiedener Wellenlänge emittieren, dadurch gekennzeichnet, dass die genannten Lichtquellen mit Stromimpulsen verschiedener Stärke und regelbarer Dauer gespeist werden, wobei die genannte Dauer für jede Stärke dem emittierten Lichtstrom umgekehrt proportional ist.

21. Verfahren zur Erzielung einer polychromen Wiedergabe nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromimpulse eine die Flimmerfrequenz überschreitende Frequenz und ein Zyklusverhältnis aufweisen, das dem emittierten Lichtstrom umgekehrt proportional ist.

22. Verfahren zur Erzielung einer polychromen Wiedergabe nach einem der Ansprüche 20 und 21, dadurch gekennzeichnet, dass eine Farbe wiedergegeben wird, die sich aus der additiven Mischung anderer Farben ergibt, dadurch, dass in die Anordnung ein Strom injiziert wird, dessen Stärke einen Wert aufweist, der zwischen den Werten der Stromstärken liegt, für die diese anderen Farben vorherrschend sind.

23. Verfahren zur Erzielung einer polychromen Wiedergabe nach einem der Ansprüche 20 und 21, dadurch gekennzeichnet, dass eine Farbe wiedergegeben wird, die sich aus der additiven Mischung anderer Farben ergibt, dadurch, dass in der Anordnung Impulse verschiedener Stärke ausgesandt werden, die je eine bestimmte Farbe vorherrschend machen, wobei diese Impulse

40982570855

in einer Zeitdauer aufeinander folgen, die kürzer als die Dauer des "Nacheilens" der Lichteindrücke ist, und wobei die relative Dauer dieser verschiedenen Impulse eine Funktion des emittierten Lichtstroms in jeder vorherrschenden Farbe und der Zusammensetzung des gewünschten additiven Gemisches ist.

24. Verfahren zur Erzielung einer polychromen Wiedergabe nach Anspruch 21 mit Hilfe einer elektrolumineszierenden Anordnung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass, während die Diode aus Galliumphosphid eine emittierende Oberfläche von $0,1 \text{ mm}^2$ aufweist, die Diode aus Galliumarsenidphosphid eine emittierende Oberfläche von 1 mm^2 und die Diode, die mit geladenem Harz überzogen ist, eine emittierende Oberfläche von $0,5 \text{ mm}^2$ aufweist, wobei ein Strom von 20 mA kontinuierlich zur Wiedergabe einer roten Farbe, ein Strom von 100 mA durch Impulse von 0,3 msec mit einer Frequenz von 1000 Hz zur Wiedergabe einer gelben Farbe und ein Strom von 700 mA durch Impulse von 0,1 msec mit einer Frequenz von 1000 Hz zur Wiedergabe einer grünen Farbe injiziert wird.

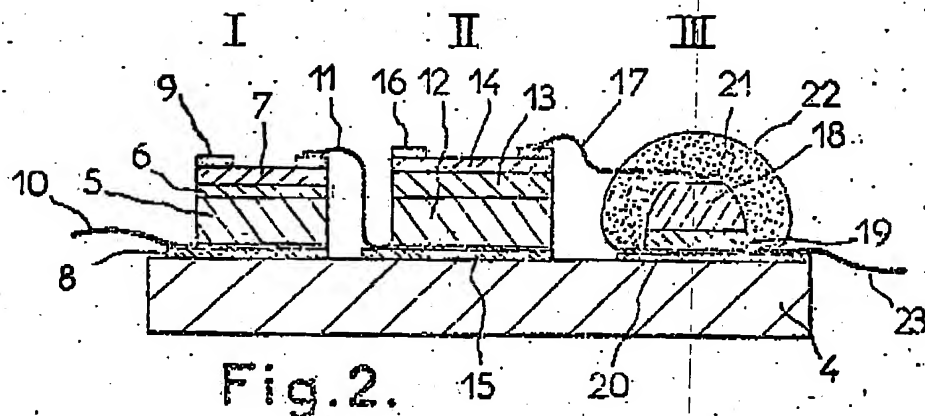
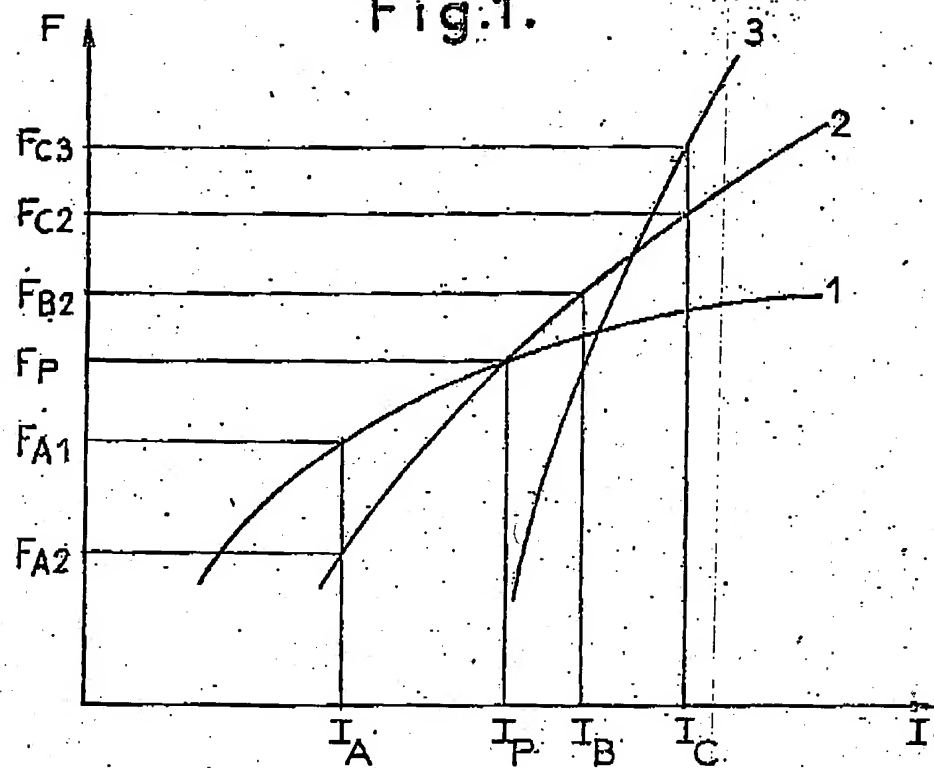
409825/0855

Leers ite

- 31 -

2361531

Fig.1.



212 89-03 AT:11.12.73 OT:20.06.74

409825/0855

ORIGINAL INSPECTED

